
Plastiques — Détermination de l'indice de fluidité à chaud des thermoplastiques, en masse (MFR) et en volume (MVR)

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

Plastics — Determination of the melt mass-flow rate (MFR) and the melt volume-flow rate (MVR) of thermoplastics

ISO 1133:1997

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4e9c77d6-e3b0-4591-8f55-16bbbece9790/iso-1133-1997>



Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 1133 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 61, *Plastiques*, sous-comité SC 5, *Propriétés physicochimiques*.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 1133:1991), laquelle a fait l'objet d'une révision technique pour inclure le rapport des vitesses d'écoulement (FRR). En outre, le texte a été révisé afin d'améliorer sa clarté.

L'annexe A fait partie intégrante de la présente Norme internationale. L'annexe B est donnée uniquement à titre d'information.

© ISO 1997

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

Plastiques — Détermination de l'indice de fluidité à chaud des thermoplastiques, en masse (MFR) et en volume (MVR)

1 Domaine d'application

1.1 La présente Norme internationale prescrit deux méthodes pour la détermination de l'indice de fluidité à chaud des thermoplastiques en masse (MFR) et en volume (MVR), dans des conditions définies de température et de pression. En principe, les conditions d'essai pour la détermination du MFR ou du MVR sont prescrites dans la norme de la matière concernée avec une référence à la présente Norme internationale. Les conditions normalement utilisées pour l'essai des thermoplastiques sont résumées dans les annexes A et B. La méthode en volume est utile pour comparer des thermoplastiques chargés et non chargés. Le MFR peut être déterminé par des mesures automatiques si la masse volumique à l'état fondu est connue à la température d'essai.

La méthode n'est pas applicable aux thermoplastiques pour lesquels le comportement rhéologique est affecté par des phénomènes tels que l'hydrolyse, la condensation ou la réticulation.

1.2 L'indice de fluidité à chaud, MFR et MVR, des thermoplastiques dépend de la vitesse de cisaillement. Dans ces essais, les vitesses de cisaillement sont beaucoup plus faibles que celles que l'on rencontre dans les conditions normales de fabrication, et par conséquent, les résultats obtenus pour différents thermoplastiques ne correspondent pas toujours à leur comportement dans les conditions réelles. Les deux méthodes sont utiles pour un contrôle de qualité.

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 468:1982, *Rugosité de surface — Paramètres, leurs valeurs et les règles générales de la détermination des spécifications.*

ISO 1622-1:1994, *Plastiques — Polystyrène (PS) pour moulage et extrusion — Partie 1: Système de désignation et base de spécification.*

ISO 1872-1:1993, *Plastiques — Polyéthylène (PE) pour moulage et extrusion — Partie 1: Système de désignation et base de spécification.*

ISO 1873-1:1995, *Plastiques — Polypropylène (PP) pour moulage et extrusion — Partie 1: Système de désignation et base de spécification.*

ISO 2580-1:1990, *Plastiques — Plastiques à base d'acrylonitrile/butadiène/styrène (ABS) pour moulage et extrusion — Partie 1: Désignation.*

ISO 2897-1:1990, *Plastiques — Polystyrène (SB) résistant au choc pour moulage et extrusion — Partie 1: Désignation.*

ISO 4613-1:1993, *Plastiques — Matériaux à base de copolymères éthylène/acétate de vinyle (E/VAC) pour moulage et extrusion — Partie 1: Désignation et spécification.*

ISO 4894-1:1990, *Plastiques — Matières à mouler et à extruder à base de copolymère de styrène et d'acrylonitrile (SAN) — Partie 1: Désignation.*

ISO 6402-1:1990, *Plastiques — Thermoplastiques à base d'acrylonitrile/styrène sans butadiène (ASA, AES, ACS), résistant au choc, pour moulage et extrusion — Partie 1: Désignation.*

ISO 6507-1:—¹⁾, *Matériaux métalliques — Essai de dureté Vickers — Partie 1: Méthode d'essai.*

ISO 7391-1:—²⁾, *Plastiques — Polycarbonate (PC) pour moulage et extrusion — Partie 1: Système de désignation et base de spécification.*

ISO 8257-1:—³⁾, *Plastiques — Poly(méthacrylate de méthyle) (PMMA) pour moulage et extrusion — Partie 1: Système de désignation et base de spécification.*

ISO 8986-1:1993, *Plastiques — Matériaux à base de polybutène (PB) pour moulage et extrusion — Partie 1: Système de désignation et base de spécification.*

ISO 9988-1:1991, *Plastiques — Thermoplastiques à base de polyoxyméthylène (POM) pour moulage et extrusion — Partie 1: Désignation.*

ISO 10366-1:1993, *Plastiques — Méthylméthacrylate/acrylonitrile/butadiène/styrène (MABS) pour moulage et extrusion — Partie 1: Système de désignation et base de spécification.*

ISO 1133:1997

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4e9c77d6-e3b0-4591-8f55-16bbbece9790/iso-1133-1997>

3 Appareillage

3.1 Appareillage de base

3.1.1 L'appareil se compose principalement d'un plastomètre d'extrusion (rhéomètre capillaire) opérant à température fixe. La forme générale est représentée à la figure 1. Le thermoplastique, contenu dans un cylindre vertical, est extrudé à travers une filière au moyen d'un piston chargé. L'appareillage comporte les parties principales suivantes.

3.1.2 Cylindre, fixé verticalement. Le cylindre doit être constitué d'un matériau résistant à l'usure et à la corrosion jusqu'à la température maximale du système de chauffage et doit être inerte vis-à-vis de l'échantillon pour essai. Pour certains matériaux, il peut être nécessaire d'effectuer les mesurages à des températures allant jusqu'à 450 °C. La longueur du cylindre doit être comprise entre 115 mm et 180 mm, et le diamètre intérieur doit être de 9,550 mm ± 0,025 mm. La base du cylindre doit être thermiquement isolée de façon que l'aire de la surface métallique exposée soit inférieure à 4 cm² et il est recommandé d'utiliser un produit isolant tel que fibres de céramique (Al₂O₃) ou autre matériau convenable pour éviter l'adhérence des produits extrudés.

La paroi du trou doit être convenablement durcie et avoir une dureté Vickers d'au moins 500 (HV 5 à HV 100) (voir ISO 6507-1) ainsi qu'une rugosité de surface inférieure à R_a (écart moyen arithmétique) = 0,25 µm (voir ISO 468). Si nécessaire, un guide-piston doit être prévu pour conserver un frottement dû au non-alignement du piston à un niveau auquel la charge réelle ne diffère pas de plus de ± 0,5 % par rapport à la charge nominale.

1) À publier. (Révision de l'ISO 6507-1:1982, l'ISO 6507-2:1983, l'ISO 6507-3:1989, l'ISO 409-1:1982, l'ISO 409-2:1983 et l'ISO/DIS 409-3)

2) À publier. (Révision de l'ISO 7391-1:1987)

3) À publier. (Révision de l'ISO 8257-1:1987)

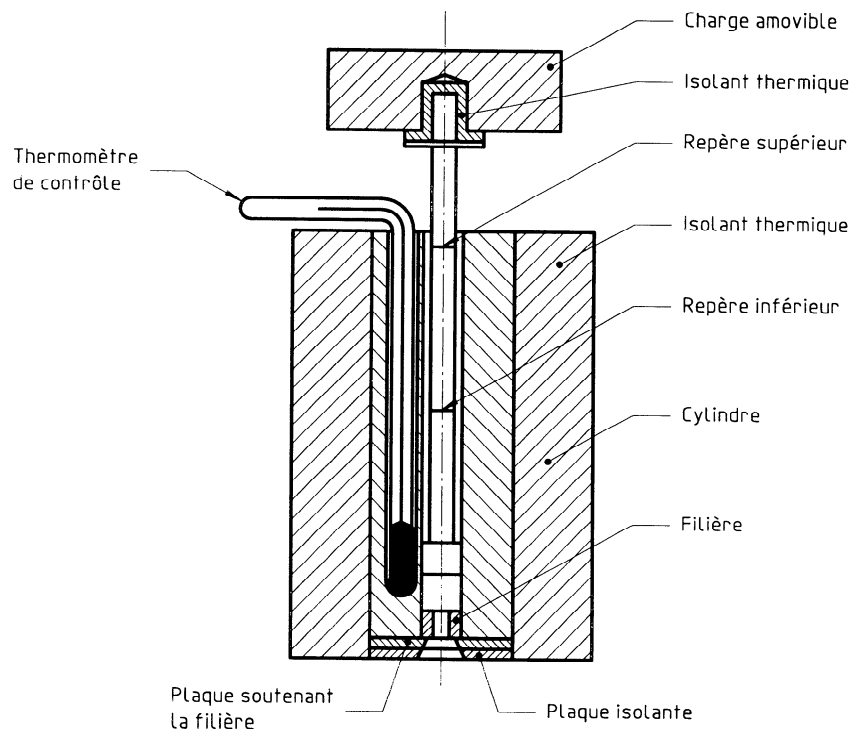


Figure 1 — Appareil type pour la détermination de l'indice de fluidité à chaud (montrant l'une des méthodes possibles de soutien de la filière et un modèle de piston)

3.1.3 Piston en acier, dont la partie travaillante doit être au moins aussi longue que le cylindre. Le piston doit avoir une tête de $6,35 \text{ mm} \pm 0,10 \text{ mm}$ de longueur. Le diamètre de la tête doit être inférieur au maximum de $0,075 \text{ mm} \pm 0,010 \text{ mm}$ au diamètre intérieur du cylindre. L'arête supérieure ne doit pas être tranchante. Au-dessus de la tête, le diamètre du piston doit être réduit à environ 9 mm. Un dispositif peut être ajouté au sommet du piston pour supporter la masse amovible, mais le piston doit être isolé thermiquement de cette masse. Sur la tige du piston, deux minces anneaux de repérage doivent être gravés à 30 mm l'un de l'autre et placés de sorte que le repère supérieur soit aligné avec le dessus du cylindre, lorsque la distance entre l'arête inférieure de la tête du piston et le dessus de la filière est de 20 mm. Ces marques annulaires sur le piston sont utilisées comme repères de référence pendant la détermination (voir 6.3 et 7.4).

Pour assurer un bon fonctionnement de l'appareil, le cylindre et le piston doivent être en matériaux de duretés différentes. En particulier, il faut fabriquer le cylindre avec le matériau le plus dur pour en maintenir facilement les caractéristiques.

Le piston peut être évidé ou plein. Pour les essais avec des charges faibles, le piston doit être évidé; sinon, il n'est pas possible d'obtenir la plus petite charge prescrite. Lorsque l'essai est réalisé avec des charges plus fortes, un piston évidé n'est pas souhaitable car la charge la plus élevée entraînerait la déformation d'un tel piston. Dans de tels essais, un piston plein ou un piston évidé avec des guides adéquats doit être utilisé. Lorsqu'on utilise cette dernière modification, il est indispensable que la dispersion de la chaleur le long du piston, qui est en général plus importante qu'à l'ordinaire, n'affecte pas la température d'essai de la matière.

3.1.4 Système de contrôle de la température.

Pour toutes les températures réglables du cylindre, le contrôle de la température doit être tel que les différences de température sur la paroi ne dépassent pas celles indiquées dans le tableau 1 pendant toute la durée de l'essai, entre la filière et la hauteur de remplissage admissible du cylindre.

NOTE — La température de la paroi peut être mesurée au moyen de thermocouples ou de sondes de platine intégrés dans la paroi. Si l'appareil n'est pas équipé de cette manière, la température est mesurée dans la fondue, à une certaine distance de la paroi, en fonction du type de thermomètre utilisé.

Le système de contrôle de la température doit être conçu de façon que la température d'essai puisse être réglée à au moins 1°C près.

Tableau 1 — Variation maximale admissible de température dans l'espace et dans le temps

Température d'essai, θ °C	Variation de température, °C	
	dans l'espace	dans le temps
$\theta \leq 200$	± 1	$\pm 0,5$
$200 < \theta \leq 300$	$\pm 1,5$	$\pm 1,0$
$\theta > 300$	± 2	$\pm 1,5$

3.1.5 Filières, en carbure de tungstène ou en acier trempé, de $8,000 \text{ mm} \pm 0,025 \text{ mm}$ de longueur. L'intérieur doit être circulaire, rectiligne et de diamètre uniforme, de manière qu'en tout point, sa dimension ne diffère pas de $\pm 0,005 \text{ mm}$ par rapport à celle d'un cylindre idéal ayant $2,095 \text{ mm}$ de diamètre nominal.

La paroi du trou doit être convenablement durcie et avoir une dureté Vickers d'au moins 500 (HV 5 à HV 100) (voir ISO 6507-1) ainsi qu'une rugosité de surface inférieure à R_a (écart moyen arithmétique) = $0,25 \text{ } \mu\text{m}$ (voir ISO 468). La filière ne doit pas faire saillie au-delà de la base du cylindre (voir figure 1) et doit être placée de manière que son orifice et l'axe du cylindre soient coaxiaux.

3.1.6 Dispositif, pour fixer et maintenir le cylindre en position parfaitement verticale.

Un niveau à bulles à deux directions placé perpendiculairement à l'axe du cylindre et des supports d'appareil réglables conviennent à cet effet.

NOTE — Cela a pour but d'éviter tout frottement excessif par le piston ou la flexion sous l'effet de lourdes charges. Un piston d'équilibrage, comportant à son extrémité supérieure un niveau à bulle, permet de vérifier la conformité à cette prescription.

3.1.7 Charge amovible, sur le sommet du piston, constituée d'un jeu de poids qui peuvent être ajoutés de façon que la masse combinée du piston et de la charge corresponde à la valeur choisie avec une précision de $\pm 0,5 \%$. On peut utiliser un dispositif mécanique pour les masses plus élevées.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4e9c77d6-e3b0-4591-8f55-16bbbece9790/iso-1133-1997>

3.2 Équipement accessoire

3.2.1 Général

3.2.1.1 Outillage pour introduire les échantillons pour essai dans le cylindre, consistant en une tige de chargement faite d'un matériau non abrasif.

3.2.1.2 Outillage, nécessaire pour le nettoyage.

3.2.1.3 Thermomètre à mercure en verre (thermomètre d'étalonnage) ou tout autre système de mesure de température. Cet appareil de mesure doit être gradué pour permettre de mesurer la température à $\pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ dans les conditions de température et d'immersion à utiliser lors de l'étalonnage du système de contrôle de la température conformément à 5.1.

3.2.2 Pour le mode opératoire A

3.2.2.1 Outil, pour couper l'échantillon extrudé. Une spatule à bord aiguisé a été jugée convenable.

3.2.2.2 Chronomètre, précis à $\pm 0,1 \text{ s}$.

3.2.2.3 Balance, précise à $\pm 0,5 \text{ mg}$.

3.2.3 Pour le mode opératoire B

Équipement de mesure, pour mesurer automatiquement la distance et le temps du mouvement du piston.

4 Échantillon pour essai

4.1 L'échantillon pour essai peut être de n'importe quelle forme pouvant être introduite dans la cavité du cylindre, par exemple poudre, granules, morceaux de films.

NOTE — Certaines matières en poudre ne donnent pas de filament exempt de bulles si elles n'ont pas été comprimées préalablement.

4.2 L'échantillon pour essai doit être conditionné et, si nécessaire, stabilisé avant l'essai, selon les spécifications de la matière.

5 Étalonnage de la température, nettoyage et entretien de l'appareil

5.1 Étalonnage du système de contrôle de la température

5.1.1 Il est nécessaire de vérifier régulièrement la précision du système de contrôle de la température (3.1.4). Dans ce but, ajuster le système de contrôle de la température jusqu'à ce que le cylindre reste à la température requise, ce qui est indiqué par le thermomètre de contrôle. Préchauffer un thermomètre d'étalonnage (3.2.1.3) à la même température. Ensuite, charger le cylindre avec une certaine quantité de matière à essayer ou de matière représentative de celle-ci (voir 5.1.2), en appliquant la même méthode d'essai (voir 6.2). Quatre minutes après avoir introduit la matière, introduire le thermomètre d'étalonnage dans le trou du cylindre et l'immerger dans la matière jusqu'à ce que le bas du réservoir soit distant de 10 mm de la face supérieure de la filière. Après un intervalle supplémentaire d'au moins 4 min et d'au plus 10 min, corriger la température indiquée par le thermomètre de contrôle par addition algébrique de la différence entre les températures lues sur les deux thermomètres. Il est aussi nécessaire de vérifier le profil des températures le long du cylindre. Pour ce faire, mesurer la température de la matière tous les 10 mm jusqu'à un point situé à 60 mm au-dessus de la face supérieure de la filière. La variation maximale entre les valeurs extrêmes doit être conforme au tableau 1.

5.1.2 Il est essentiel que la matière utilisée pendant l'étalonnage soit suffisamment fluide pour permettre, par exemple, d'y introduire un réservoir de thermomètre à mercure sans effort excessif ni sans risque de bris. Une matière ayant un MFR supérieur à 45 g/10 min (charge 2,16 kg) à la température d'étalonnage a été jugée convenable.

Si une telle matière est utilisée aux fins d'étalonnage au lieu d'une matière plus visqueuse devant être soumise à l'essai, la matière doit avoir une diffusivité thermique semblable à celle de la matière à soumettre à l'essai, de façon que son comportement à l'échauffement soit analogue. Il est nécessaire que la quantité introduite pour l'étalonnage soit telle que, lorsque le thermomètre d'étalonnage est ultérieurement introduit, la longueur appropriée de la tige du thermomètre soit immergée pour une mesure précise de la température. Cela peut être contrôlé par l'observation de la matière recouvrant l'extrémité du thermomètre d'étalonnage, après retrait de ce thermomètre du cylindre si nécessaire.

5.2 Nettoyage de l'appareil

L'appareil doit être nettoyé après chaque détermination. Le cylindre peut être nettoyé avec des chiffons. Le piston doit être nettoyé lorsqu'il est encore chaud avec un chiffon. La filière peut être nettoyée au moyen d'une tige en cuivre ou d'une cheville en bois étroitement ajustée. Un nettoyage par pyrolyse dans une atmosphère d'azote à environ 550 °C peut également être utilisé. Il ne faut pas utiliser de produits abrasifs ou susceptibles d'endommager la surface du piston, du cylindre ou de la filière. S'assurer que le mode de nettoyage utilisé ne modifie pas les dimensions ou l'état de surface de la filière.

Si des solvants sont utilisés pour nettoyer le cylindre, s'assurer que l'influence qu'ils sont susceptibles d'avoir sur la détermination qui suivra est négligeable.

NOTE — Il est recommandé qu'à intervalles relativement fréquents, par exemple une fois par semaine pour des appareils en utilisation constante, la plaque isolante et la plaque de fixation de la filière, s'il y en a une telle qu'elle est représentée à la figure 1, soient enlevées afin de nettoyer complètement le cylindre.

6 Mode opératoire A

6.1 Nettoyer l'appareil (voir 5.2). Avant de commencer une série d'essais, s'assurer que le cylindre (3.1.2) est la température choisie, depuis au moins 15 min.

6.2 Mettre 3 g à 8 g de l'échantillon pour essai dans le cylindre selon l'indice de fluidité à chaud présumé (voir tableau 2 à titre de guide). Pendant ce chargement, comprimer la matière en exerçant une pression manuelle au moyen de la tige de chargement (3.2.1.1). Pour un chargement aussi exempt d'air que possible, dans le cas de matières subissant une dégradation, effectuer le chargement en 1 min au maximum. Placer le piston, chargé ou non, selon l'indice de fluidité à chaud de la matière, dans le cylindre.

Si l'indice de fluidité à chaud est élevé, c'est-à-dire supérieur à 10 g/10 min, la perte d'échantillon lors du préchauffage sera importante. Dans ce cas, utiliser un piston non chargé ou faiblement chargé au cours de la période de préchauffage, et amener cette charge voulue à la fin d'un temps de préchauffage égal à 4 min. Lorsque l'indice de fluidité à chaud est très élevé, il peut être nécessaire d'utiliser un obturateur.

Tableau 2

Indice de fluidité à chaud en masse ¹⁾ g/10 min	Masse d'échantillon pour essai dans le cylindre ²⁾ g	Intervalle de temps entre deux coupes d'extrudat s
≥ 0,1 mais ≤ 0,5	3 à 5	240
> 0,5 mais ≤ 1	4 à 6	120
> 1 mais ≤ 3,5	4 à 6	60
> 3,5 mais ≤ 10	6 à 8	30
> 10	6 à 8	5 à 15 ³⁾

1) Il n'est pas recommandé de mesurer les indices de fluidité à chaud en masse si les valeurs sont inférieures à 0,1 g/10 min ou supérieures à 100 g/10 min.

2) Quand la masse volumique de la matière est supérieure à 1,0 g/cm³, il peut être nécessaire d'augmenter la masse d'échantillon pour essai. <https://standards.iteh.ai/> <https://standards.iteh.ai/standards/iso/4977/4977-1-3-10-4591-8555>

3) Pour parvenir à une répétabilité suffisante lorsqu'on applique cette méthode à des matières ayant un MFR supérieur à 25 g/10 min, il est nécessaire d'effectuer des coupes au moyen d'un dispositif automatique permettant de mesurer des intervalles de temps avec une précision meilleure que 0,1 s ou d'utiliser le mode opératoire B.

6.3 Quatre minutes après avoir introduit complètement l'échantillon pour essai, temps au bout duquel la température doit être revenue à la valeur choisie, placer la charge choisie sur le piston, s'il n'était pas chargé ou s'il l'était insuffisamment. En fonction de la viscosité réelle de la matière, laisser descendre le piston chargé ou non chargé sous l'action de la pesanteur, jusqu'à ce qu'un filament exempt de bulles soit extrudé. La durée de cette opération ne doit pas dépasser 1 min. Couper l'extrudat au moyen de l'outil (3.2.2.1) et écarter la partie coupée. Continuer à laisser le piston chargé descendre sous l'action de la pesanteur. Quand le repère inférieur de la tige du piston atteint le bord supérieur du cylindre, déclencher le chronomètre (3.2.2.2) et couper l'extrudat avec l'outil tranchant en écartant de nouveau la partie coupée.

Recueillir ensuite, afin de mesurer la vitesse d'extrusion, les extrudats successivement coupés à des intervalles de temps qui dépendent de l'indice de fluidité à chaud, de sorte que la longueur d'un extrudat ne soit pas inférieure à 10 mm et soit de préférence comprise entre 10 mm et 20 mm (le tableau 2 sert de guide pour les intervalles de temps entre deux coupes).

Pour les faibles valeurs de MFR (et de MVR) et/ou lorsque les matières subissent un gonflement relativement élevé dans la filière, il peut ne pas être possible de faire une coupe d'au moins 10 mm dans l'intervalle de temps maximal de 240 s. Dans ces cas, on peut appliquer le mode opératoire A, mais seulement si la masse de chaque partie sectionnée en 240 s est supérieure à 0,4 g. Sinon, le mode opératoire B doit être utilisé.

Arrêter le découpage lorsque le repère supérieur de la tige du piston atteint le bord supérieur du cylindre. Écarter les extrudats qui présentent des bulles d'air. Après refroidissement, peser individuellement, à 1 mg près, les extrudats restants, au nombre de trois au minimum, et calculer leur masse moyenne. Si la différence entre les

valeurs maximale et minimale des pesées individuelles est supérieure de 15 % à la moyenne, rejeter le résultat et recommencer l'essai sur une nouvelle partie d'échantillon pour essai.

Le temps écoulé entre le chargement du cylindre et la dernière mesure ne doit pas dépasser 25 min.

6.4 L'indice de fluidité à chaud en masse (MFR), exprimé en grammes pour 10 min, est donné par l'équation

$$\text{MFR}(\theta, m_{\text{nom}}) = \frac{t_{\text{ref}} \cdot m}{t}$$

où

θ est la température d'essai, en degrés Celsius;

m_{nom} est la charge nominale, en kilogrammes;

m est la masse moyenne, en grammes, des extrudats;

t_{ref} est le temps de référence (10 min), en secondes (600 s);

t est l'intervalle de temps, en secondes, entre deux coupes d'un extrudat.

Exprimer les résultats avec deux chiffres significatifs et indiquer les conditions d'essai mises en œuvre (par exemple: 190/2,16).

7 Mode opératoire B

7.1 Principe

Les indices de fluidité à chaud en masse (MFR) et en volume (MVR) sont déterminés par

- mesurage de la distance parcourue par le piston pendant un temps prescrit;
ou
- mesurage du temps mis par le piston pour parcourir une distance prescrite.

7.2 Précision optimale de mesure

Pour déterminer avec une bonne répétabilité un MFR compris entre 0,1 g/10 min et 50 g/10 min ou un MVR compris entre 0,1 cm³/10 min et 50 cm³/10 min, le mouvement du piston doit être mesuré à $\pm 0,1$ mm et le temps avec une précision de $\pm 0,1$ s.

7.3 Prétraitement

Utiliser le mode opératoire A prescrit de 6.1 à 6.3 (jusqu'à la fin du premier alinéa).

7.4 Détermination

7.4.1 Démarrer la mesure automatique quand le repère inférieur de la tige du piston atteint le bord supérieur du cylindre.

7.4.2 Effectuer les mesurages comme suit:

- Si l'on utilise le principe énoncé en 7.1 a), mesurer le déplacement du piston à des temps prédéterminés.
- Si l'on utilise le principe énoncé en 7.1 b), mesurer le temps nécessaire pour que le repère de référence parcoure une distance spécifiée.